

PAT-NO: JP410034364A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10034364 A

TITLE: BRITTLE MATERIAL SPLITTING METHOD BY PLURAL POINT HEAT
SOURCES

PUBN-DATE: February 10, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
KAJIWARA, KUNIO
OKIYAMA, TOSHIHIRO
SHIRAHAMA, HIDEYUKI
OONITA, EISHIN
SUENAGA, TOMOHIRO
KINOSHITA, KOICHI
MAEKAWA, SHUNICHI
MORITA, HIDEKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SOUJI TSUSHO KK	N/A
NAGASAKI PREF GOV	N/A
RES DEV CORP OF JAPAN	N/A

APPL-NO: JP08196232

APPL-DATE: July 25, 1996

INT-CL (IPC): B23K026/00, B23K026/00 , B23K026/06 , H01L021/301

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve working precision and moreover to reduce thermal effect to devices such as a LSI in the case of working a semiconductor wafer or the like.

SOLUTION: In this working method, a crack formed in the working start point of a material is guided with thermal stress by irradiation generating with the application of the heat source of a laser beam or the like along a predetermined splitting line, thereby splitting the material. In this case, plural heat sources Df and (f) having respectively different diameters each other are simultaneously applied to a position being the forward end of the crack (c) on the predetermined splitting line L of a material to be worked. Whereby, the temperature distribution having a steep grade in the vicinity of the crack end is formed without rising the power density of the heat source.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-34364

(43)公開日 平成10年(1998)2月10日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00	3 2 0		B 2 3 K 26/00	3 2 0 E
				N
26/06			26/06	C
H 0 1 L 21/301			H 0 1 L 21/78	B

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-196232

(22)出願日 平成8年(1996)7月25日

(71)出願人 591005958

双栄通商株式会社

大阪府大阪市中央区博労町4丁目2番7号

(71)出願人 000214191

長崎県

長崎県長崎市江戸町2番13号

(71)出願人 390014535

新技術事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72)発明者 梶原 邦夫

長崎県大村市諏訪3-74-1 メゾンドス
WC-201

(74)復代理人 弁理士 合内 義朗

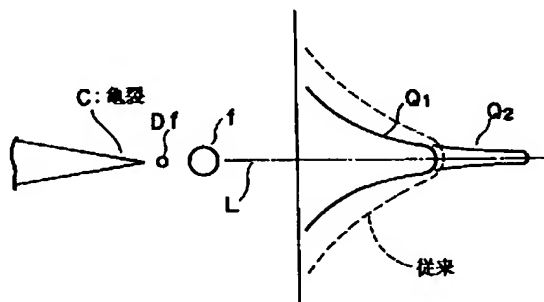
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複数点熱源による脆性材料の切断加工方法

(57)【要約】

【課題】 加工精度の向上をはかることができ、しかも半導体ウェハ等の加工を行う際にLSIなどのデバイスへの熱的な影響が少ない切断加工方法を提供する。

【解決手段】 材料の加工始点に形成した亀裂を、レーザービーム等の熱源の印加により発生する照射による熱応力で切断予定線上に沿って誘導することにより当該材料を切断する方法において、加工材料の切断予定線上で亀裂cの先端前方となる位置に、それぞれ互いに径が異なる複数の熱源Dfとfを同時に印加することで、熱源のパワー密度を高くすることなく、亀裂の先端付近に勾配が急峻な温度分布を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 材料の加工始点に形成した亀裂を、熱源の印加により発生する熱応力で切断予定線上に沿って誘導することにより当該材料を切断する方法において、加工材料の切断予定線上で亀裂の先端前方となる位置に、それぞれ互いに径が異なる複数の熱源を同時に印加して、上記亀裂の誘導を行うことを特徴とする複数点熱源による脆性材料の切断加工方法。

【請求項2】 大径と小径の2種の熱源を用い、その小径の熱源を亀裂の先端近傍に照射し、この小径の熱源の印加位置に対して前方に大径の熱源を印加して、上記亀裂の誘導を行うことを特徴とする請求項1に記載の複数点熱源による脆性材料の切断加工方法。

【請求項3】 請求項2の記載の方法において、上記亀裂の進展が切断予定線の加工終点に近づいた時点で、加工材料への大径の熱源の印加を停止することを特徴とする複数点熱源による脆性材料の切断加工方法。

【請求項4】 請求項2の記載の方法において、上記亀裂の進展が切断予定線の加工終点に近づいた時点で、大径の熱源と小径の熱源の印加位置の中心間距離を短くすることを特徴する複数点熱源による脆性材料の切断加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガラス、セラミックスあるいは半導体材料等の脆性材料にレーザービーム等の熱源を印加することにより発生する熱応力を利用して、その材料を切断する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体材料等のウェハを分離加工する技術の一つとしてレーザー切断が挙げられる。この加工方法はレーザービームを光学系により集光して加工材の表面に微小スポットで照射し、適当なガスジェットを吹き付けながらレーザービームを分離予定線上に沿って走査することにより加工材を溶解・蒸発させて分離する方法である。

【0003】しかし、このレーザー切断法では、溶解・蒸発に伴う発塵、溶解塊ドロスの加工材への付着、分離面の熱影響によるマイクロクラックの発生等の加工材の劣化の問題がある。

【0004】そこで、このような問題点を解消するため、最近では、加工材の任意の場所に亀裂を作成し、その亀裂をレーザービームにより印加した熱応力により分離予定線に沿う方向に誘導することで、加工材を分離する切断加工が開発されている。

【0005】この加工方法は、レーザービームを利用した溶解に比して加工エネルギーが小さく、しかも材料の損失がないといった利点がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記した切断加工方法によれば、以下の問題が残されている。ま

ず、切断加工方法は、加工材に作成した亀裂先端の前方にレーザービーム等の熱源を印加して、その熱源中心と周辺との間に発生する温度勾配により生じる集中応力で亀裂を進展させてゆく加工法であることから、熱源の印加によって発生する温度勾配が急峻であればあるほど、熱源の移動経路に対する亀裂の追従性が良くなる。すなわち亀裂の進展方向が切断予定線に対して曲がる確率が少なくて済む。

【0007】しかし、そのような急峻な温度勾配を得ようとして、熱源を細く絞ってパワー密度（単位面積当たりの熱量）を高くすると、加工材の溶解が問題となることから、その実現が難しく、このことが加工精度の向上をはかる上での妨げとなっている。

【0008】また、レーザービーム等の熱源を用いた切断加工方法においては、加工材に溶解が生じない程度のパワー密度で、亀裂の誘導に必要な熱応力が得られるようにするため、通常、熱源を細く絞らずに比較的大きなスポット径で加工材に照射している。このため、ICやLSI等のデバイスを集積したウェハの分離加工を行う場合、加工予定線の付近のデバイスに熱源の印加による熱影響（熱的ストレス）が及ぶ虞れがある。

【0009】これを回避するには、熱源のスポット径を、デバイスに影響を与えない範囲まで絞って照射するといった方法を採用すればよいが、この場合、亀裂誘導のための十分な熱応力を得ようとする、熱源のパワー密度を高くせざるを得ず、結局、加工材の溶解が問題となる。

【0010】本発明はそのような実情に鑑みてなされたもので、加工精度の向上をはかることができ、しかも半導体ウェハの加工を行う際にLSI等のデバイスへの熱的な影響が少ない脆性材料の切断加工方法の提供を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、材料の加工始点に形成した亀裂を、レーザービーム等の熱源の印加により発生する熱応力で切断予定線上に沿って誘導することにより当該材料を切断する方法において、加工材料の切断予定線上で亀裂の先端前方となる位置に、それぞれ互いに径が異なる複数の熱源を同時に照射して、上記亀裂の誘導を行うことを特徴としており、このような複数の熱源の印加により急峻な温度勾配を得ることができる。

【0012】例えばスポット径が大径と小径の2種の熱源を加工材料の切断予定線上に同時に印加すると、亀裂の先端付近の温度は、図1に示すように、大径の熱源fの照射による熱量Q1に、小径の熱源Dfの照射による熱量Q2が加わった温度となる。従って、スポット径が異なる複数の熱源を切断予定線に同時に印加することで、各熱源のパワー密度は低く抑えたままで、亀裂の先端付近に急峻な温度勾配を発生させることができる。しかも、このような急峻な温度勾配は、大径のレーザービー

ム照射による加熱温度を、LSI等のデバイスの影響を与えない程度にまで低くしても実現可能である。

【0013】ここで、本発明において、加工材料に照射するレーザービーム等の熱源の本数及びその大径と小径の亀裂進展方向における前後関係は任意であるが、先の図1に示したように、大径と小径の2種の熱源を用い、その小径の熱源D fを亀裂cの先端近傍に照射し、この小径の熱源の前方に大径の熱源fを照射するといった形態を採ることが、簡単な加工装置で本発明方法を実現できる点、及び、より高い精度の切断加工を実現できる点で好ましい。

【0014】また、径が異なる複数のレーザービームを加工材料に照射する形態としては、図1に示したように各熱源f、D fを所定の距離を離して照射する形態、図2(A)、(B)に示すように各熱源f、D fの一部もしくは全部が相互に重なり合うようにする形態、あるいは図2(C)に示すように全ての熱源f、D fの照射中心を一致させる形態が考えられる。

【0015】さらに、図1に示すような形態を採る場合、各熱源の径は大径の熱源fが1.5mm〜3.0mm、小径の熱源D fが1.0mm〜1.5mmの範囲で、その両者の中心間距離が2mm〜3mmの範囲であることが適当である。

【0016】さらにまた、本発明に適用する熱源としては、レーザービームのほか、例えば電子ビーム、電熱ヒータまたは火炎などが挙げられる。なお、本発明において、図1の形態を採る場合、亀裂cの進展が切断予定線Lの加工終点bに近づいた時点で、大径の熱源fの材料への照射を停止して、加工終点時において熱源の印加位置の前方に加わる引張応力が軽減されるようにすれば、加工終点付近での加工曲がりを防止できる。

【0017】また、本発明において、図1の形態を採る場合、亀裂cの進展が加工終点bに近づいた時点で、大径と小径の熱源の相対的な位置関係を変更して、大径の熱源fを小径の熱源D f側に近づける、といった処理を行ってもよく、このような処理を行うと、加工終点付近での材料の切残しを防止できる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、以下、図面に基づいて説明する。まず、本発明方法の実施に使用する装置は、図3に示すように、半導体ウェハ等の加工材料Wを載置する加工テーブル(2軸移動)1と、2台のレーザー発振器2、3と、その各出力レーザービームを加工テーブル1上に置かれた加工材料Wの表面に導く光学系4などによって構成されており、2本のレーザービームを加工材料Wに同時に照射することができ、それらの各ビームの照射位置を加工テーブル1の移動によって切断予定線Lに沿って移動させることができる。

【0019】光学系4は、ミラー、集光レンズ並びに絞り(図示せず)等を備え、各レーザー発振器2と3からレ

ーザビームをそれぞれ個別に集光して、大径のレーザービームfと小径のレーザービームD fを得るように構成されている。その小径のレーザービームD fの加工材料Wへの照射位置は亀裂cの先端近傍に設定され、大径のレーザービームfの照射位置は、小径ビームよりも前方の位置に設定される。

【0020】また、この光学系4は、各集光レンズの光軸上の位置及び絞りの開度を調整することが可能となっており、それらの調整により各レーザービームf、D fのビーム径を、パワー密度を変化させることなく絞ることができる。さらに、2枚のミラーの位置関係(相対的な角度)も調整可能となっており、その調整により2本のレーザービームfとD fの照射位置の中心間距離を変更することができる。

【0021】次に、加工手順を図3を参照して説明する。まず、加工材料Wの加工始点aに初期亀裂を作成する。その初期亀裂の作成には、硬質工具を使用して材料端部に切欠きを形成する方法、あるいは加工材料の表面に高出力のレーザービームを集光して孔を加工しこの孔から亀裂を作成する方法等の公知の手法を採用する。

【0022】次いで、初期亀裂cの先端前方側に、小径のレーザービームD fと大径のレーザービームfを同時に照射するとともに、それらビーム照射位置を加工テーブル1の移動により切断予定線Lに沿って移動して、亀裂cを加工始点aから加工終点bに向けて誘導する。

【0023】このように小径のレーザービームD fを亀裂cの先端付近に照射し、その照射位置の前方に大径のレーザービームfを照射すると、先の図1に示したように、大径ビームの照射で印加された熱量Q1に小径ビームの照射による熱量Q2が加わって、亀裂cの前方側に勾配が急峻な温度分布が形成され、これにより生じる応力分布も尖鋭な曲線となる。その結果、亀裂cの進展方向が切断予定線Lに対して曲がる確率が少なくなる。

【0024】ここで、この種の切断加工方法においては、加工終点bの近傍付近で亀裂が切断予定線Lからずれて加工曲がりが発生することがある。このような加工曲がりが生じる原因の一つとして、図4の温度分布・応力分布曲線で示すように、亀裂の進展が加工終点bに近づくと、レーザービームBの照射位置の中心に対し前方側の引張応力が増加する傾向がある点が挙げられる。

【0025】そこで、この実施の形態では、加工終点時においてビーム照射位置の前方に加わる引張応力を軽減するため、加工終点bの付近(例えば端面から2.0mm)の位置で、大径のレーザービームfの照射を停止して小径のレーザービームD fのみで亀裂cを誘導する方法、あるいは、加工終点付近で光学系4を調整して大径のレーザービームfのビーム径を絞る(必要であれば小径のレーザービームD fも絞る)といった方法を採用することで、加工終点付近での加工曲がりを防止する。ただしビーム径を絞る方法を採用する場合、レーザービームの照射領域内での

パワー密度は変更せずに一定の値としておく。

【0026】なお、上記の二つの対処法のうち、後者のビームを絞る方法は、1本のレーザビームを用いた従来の切断加工方法においても、加工曲がり防止する上で有効な方法である。

【0027】また、この種の切断加工方法では、加工条件によっては加工終点付近で亀裂の進展が停止し切残しが発生することがある。その対策としては、亀裂cの進展が加工終点bに近づいた時点で、光学系4を調整して大小のレーザビームfとDfとの相対的な位置関係を変更して、大径のレーザビームfを小径のレーザビームDf側に近づけるといった方法を採用すればよい。

【0028】さらに、この種の切断加工方法においては、切断予定線を挟んだ両側の部分の熱容量が非対称である場合、レーザビーム照射で生じる熱応力が切断予定線を挟んだ両側で異なる分布となる。このように熱応力が不均一になると、亀裂を誘導する際にレーザビームの移動経路から亀裂がずれて追従することがあって加工精度が悪くなることがある。

【0029】例えば、半導体ウェハには、熱容量が基板よりも大きなデバイス（例えばパワートランジスタ等）が実装されており、そのデバイスDの配置がチップ分割線（切断予定線L）に対して対称となっていない場合、図5に示すように、亀裂の進展方向が熱容量の小さい側に曲がってしまうことがある。

【0030】このような不具合を解消する方法としては、デバイスの設計の段階でレイアウトを工夫して、図6(A)に示すようにデバイスDがチップ分割線Lに対し左右対称となるようにするかあるいは、そのような設計上での対処が難しい場合には、図6(B)に示すように、チップ分割線Lに対し熱容量が左右対称となるようにダミーのデバイス（例えばパワートランジスタ等）dをウェハに形成しておくといった方法が挙げられる。

【0031】

【実施例】本発明の切断加工方法を実施した例を以下に述べる。

a. 加工材料：半導体ウェハ（150mm×150mm×厚さ0.6mm）

b. 照射条件：ビーム数；2本（照射中心間距離2mm）大径ビーム；2mm、熱量68W

小径ビーム；1mm、熱量32W

c. 加工速度：40mm/s

の条件で切断加工を行い、次いで材料に照射するレーザ

ビームを1本として上記と同じ条件で切断加工を行った。ただし、レーザビームの材料への照射面積の総和及び照射領域のパワー密度はともに等しい値とした。

【0032】そして、以上の二つの条件で加工を行った各試料について、それぞれの加工面の表面粗さを測定したところ、1本のレーザビームを用いた加工の場合、表面粗さが140μmであったのに対し、2本のレーザビームを用いた加工の場合、その値が20μmにまで向上することが確認できた。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の切断加工方法によれば、亀裂の誘導を行う際に加工材料の切断予定線上に、互いに径が異なる複数のレーザビーム等の熱源を同時に照射するので、熱源のパワー密度を高くすることなく、急峻な温度勾配を得ることができる。その結果、加工精度の高い切断加工の実現が可能となる。しかも、加工材料の切断予定線の直交方向に対して及ぶ熱影響の範囲が小さいので、半導体ウェハを分離加工するにあたり、LSI等のデバイスへの熱の影響も少なくて済む。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の作用説明図

【図2】本発明における熱源の印加形態の例を模式的に示す図

【図3】本発明方法の実施に使用する装置の概略構成を示す図

【図4】加工終点付近の温度分布曲線と応力分布曲線を併記して示す図

【図5】半導体ウェハに集積されたデバイスの配置を示す図

【図6】半導体ウェハを切断加工で分離する際に生じる不具合の解消方法の説明図

【符号の説明】

1 加工テーブル

2, 3 レーザ発振器

3 光学系

f 大径のレーザビーム

Df 小径のレーザビーム

W 加工材料

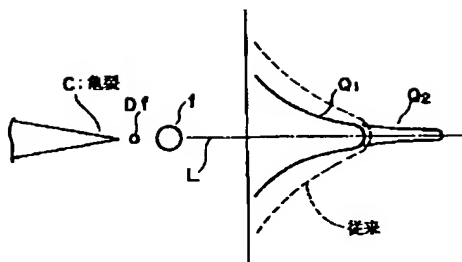
L 切断予定線

a 加工始点

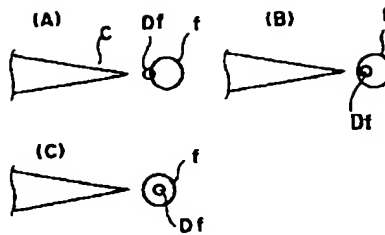
b 加工終点

c 亀裂

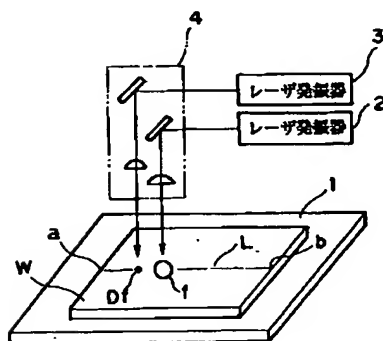
【図1】



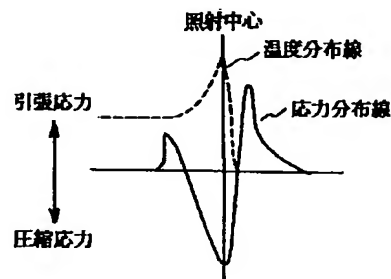
【図2】



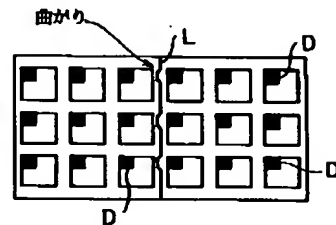
【図3】



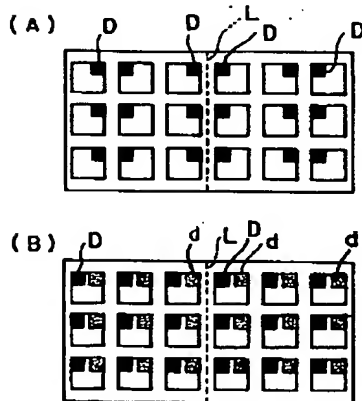
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 沖山 俊裕
兵庫県姫路市御国野町御着1174-22
(72)発明者 白浜 秀幸
長崎県長崎市川平町199-3
(72)発明者 大仁田 英信
長崎県大村市三城町95-1

(72)発明者 末永 知宏
長崎県大村市協和町764 旭ハイツ22号
(72)発明者 木下 耕一
長崎県大村市植松1丁目189-1 ファーストコート205号

(6)

特開平10-34364

(72)発明者 前川 俊一
兵庫県伊丹市春日丘1-15

(72)発明者 森田 英毅
長崎県西彼杵郡長与町吉無田郷1488-124